

T-8846

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-214013

(43) 公開日 平成9年(1997)8月15日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 41/107			H 0 1 L 41/08	A
41/22			41/22	Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平8-18543

(22) 出願日 平成8年(1996)2月5日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 川崎 修

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

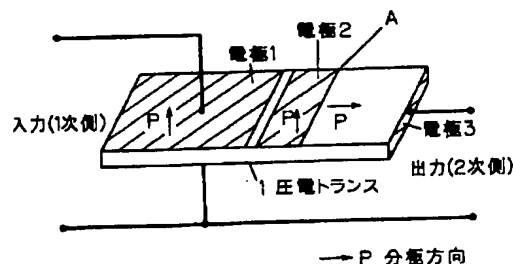
(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 圧電トランス

(57) 【要約】

【課題】 $\lambda/2$ 、 λ 、 $3\lambda/2$ モード等のローゼン型圧電トランスにおいて、電極構造と分極電圧の操作により分極による残留応力を緩和して駆動時の機械的破壊を防止することのできる高信頼性の圧電トランスを提供することを目的とする。

【解決手段】 $\lambda/2$ モードのローゼン型圧電トランス1は、圧電トランスの主面のほぼ2等分に相当する2つの領域の第1の領域に第1の電極を形成し、第2の領域の一部に第2の電極を形成し、第1の電極部の分極電圧よりも第2の電極部の分極電圧を低くして分極することにより破壊の確率を低下して信頼性を向上し、1次側電極面積を大きくすることにより入力容量を大きくできるので入力インピーダンスが小さくなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】圧電材料から成る矩形板に1次側電極と2次側電極を形成し、前記1次側電極部は前記矩形板の厚さ方向に分極し、前記2次側電極部は前記矩形板の長さ方向に分極し、前記1次側電極に交流電圧を印加し、前記矩形板に2分の1波長の長さ方向に伸縮する機械的振動を起し、前記2次側電極から電圧を取り出すローゼン型圧電トランスであって、

前記圧電トランスの主面のほぼ2等分に相当する2つの領域の第1の領域に第1の電極を形成し、第2の領域の一部に第2の電極を形成し、前記第1の電極部の分極電圧よりも前記第2の電極部の分極電圧を低くして分極し、前記第1の電極と前記第2の電極を1次側電極とすることを特徴とする圧電トランス。

【請求項2】第1の電極と第2の電極の分極方向を同一にし、前記第1の電極と前記第2の電極を短絡して交流電圧を印加することを特徴とする請求項1に記載の圧電トランス。

【請求項3】圧電材料から成る矩形板に1次側電極と2次側電極を形成し、前記1次側電極部は前記矩形板の厚さ方向に分極し、前記2次側電極部は前記矩形板の長さ方向に分極し、前記1次側電極に交流電圧を印加し、前記矩形板に1波長の長さ方向に伸縮する機械的振動を起し、前記2次側電極部から電圧を取り出すローゼン型圧電トランスであって、

前記圧電トランスの主面のほぼ2等分に相当する2つの領域の第1の領域に第1の電極を形成し、第2の領域の一部に第2の電極を形成し、前記第1の電極部の分極電圧よりも前記第2の電極部の分極電圧を低くして分極し、前記第1の電極と前記第2の電極を1次側電極とすることを特徴とする圧電トランス。

【請求項4】第1の電極と第2の電極の分極方向を逆にし、前記第1の電極と前記第2の電極を短絡して交流電圧を印加することを特徴とする請求項3に記載の圧電トランス。

【請求項5】第1の電極と第2の電極の分極方向を同一にし、前記第1の電極と前記第2の電極に逆極性の交流電圧を印加することを特徴とする請求項3に記載の圧電トランス。

【請求項6】圧電材料から成る矩形板に1次側電極と2次側電極を形成し、前記1次側電極部は前記矩形板の厚さ方向に分極し、前記2次側電極部は前記矩形板の長さ方向に分極し、前記1次側電極に交流電圧を印加し、前記矩形板に2分の3波長の長さ方向に伸縮する機械的振動を起し、前記2次側電極部から電圧を取り出すローゼン型圧電トランスであって、

前記圧電トランスの主面のほぼ3等分に相当する3つの領域の第1の領域に第1の電極を形成し、前記第1の領域と隣合う第2の領域に第2の電極を形成し、前記第2の領域と隣合う第3の領域の一部に第3の電極を形成

し、前記第1の電極部と第2の電極部の分極電圧よりも前記第3の電極部の分極電圧を低くして分極し、前記第1の電極と前記第2の電極と前記第3の電極を1次側電極とすることを特徴とする圧電トランス。

【請求項7】第1の電極と第3の電極の分極方向を同一にし、前記第1の電極と第2の電極の分極方向を逆にし、前記第1の電極と前記第2の電極と前記第3の電極を短絡して交流電圧を印加することを特徴とする請求項6に記載の圧電トランス。

【請求項8】第1の電極と第2の電極と第3の電極の分極方向を同一にし、前記第1の電極と前記第2の電極に逆極性の交流電圧を印加し、前記第1の電極と前記第3の電極に同極性の交流電圧を印加することを特徴とする請求項6に記載の圧電トランス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は圧電セラミック等の圧電体の圧電効果により交流電圧の振幅値を変換する圧電トランスに関するものである。

【0002】

【従来の技術】1950年代末に開発された圧電トランスは、高圧電源用の昇圧トランスとして着目されて開発が進められたが、圧電セラミック材料の破壊強度などの材料的制約があったため大きな実用化が行われないうまま開発が中断されていた。しかし、最近、圧電セラミック材料の高強度化が進むとともに、ノートパソコン、電子手帳、ゲーム機等の携帯用情報機器の小型化・薄型化の要求が強くなるにつれ、これらの機器に搭載される液晶ディスプレイ・バックライトのインバータ電源用昇圧トランス、およびコピー機等の薄型高圧電源用昇圧トランスとして再び大きく注目されている。

【0003】液晶ディスプレイ・バックライト用インバータは、バックライト光源として使用される冷陰極蛍光灯の点灯電源に使用されるものであり、電池等による3V、5V、9V、12Vなどの直流低電圧から、点灯時1000Vrms程度、定常時500Vrms程度の振幅を持つ高周波高電圧への変換を必要とする。現在、バックライト用インバータに使用されている電磁式巻線トランスは、特殊コアによる横型構造のトランスを用いることにより薄型化に対応してきているが、絶縁耐圧の確保のため小型・薄型化には限度があり、またコアロスや細い銅線を使用することによる巻線ロスが大きく、そのため効率が低いという欠点がある。

【0004】これに対し、圧電トランスはチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)などの圧電セラミック材料またはニオブ酸リチウムなどの圧電結晶材料に1次側(入力側)および2次側(出力側)の電極を付け、1次側電極に圧電トランスの共振周波数近傍の交流電圧を印加して圧電効果により圧電トランスを機械的に振動させ、この機械的振動を圧電効果により再び電圧に変換して2次側電極

から高圧電力として取り出すものである。そして、巻線を必要としないので電磁トランスよりも小型化、特に薄型化を実現でき、また圧電効果を利用しているので高い変換効率を達成することができる。

【0005】以下に、図面を参照しながら従来の圧電トランスについて説明する。図8は従来のローゼン型圧電トランス31の概観図であり、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)等の圧電セラミック材料から成る矩形板に、主面に1次側(入力側)および端面に2次側(出力側)の電極を付けて構成している。同図中に矢印とPで示すように、1次側電極部は矩形板の厚さ方向に分極されており、2次側電極部は矩形板の長さ方向に分極されている。1次側電極に圧電トランス31の共振周波数近傍の交流電圧を印加すると、圧電トランスは長さ方向に伸縮する機械的振動を起し、この機械的振動は圧電効果により2次側電極部で高圧電圧に変換され、2次側電極より高圧電力として取り出される。

【0006】図9は図8に示した圧電トランス31を横から見た図であり、振動モードと電極構造の関係を示すための図である。矩形板の主面に1次側(入力側)電極として電極1が形成されており、共通電極として電極2が形成されている。そして、1端面に2次側(出力側)電極として電極3が形成されている。そして、電極2を共通電極として電極1と電極3にそれぞれ高電圧を印加することにより、それぞれ同図中に矢印と示すように、1次側電極部は矩形板の厚さ方向に分極され、2次側電極部は矩形板の長さ方向に分極される。そして、電極2を共通電極として電極1に交流電圧を印加すると、同図中で示す変位分布を持つ長さ方向の伸縮振動を起し、電極3より高圧電圧に変換して取り出すことができる。そして、この型の圧電トランスは図9に示した変位分布からもわかるように、矩形板の圧電トランスに両端が自由な2分の1波長(1波長を λ で表わす)の伸縮振動を励振しているので $\lambda/2$ のローゼン型圧電トランスと呼ばれる。

【0007】通常、携帯機器の電源は電池であるために、その電源電圧は3V、5V、9V、12Vなどの低電圧直流である。そして、例えばこれらの携帯機器の液晶ディスプレイ・バックライトでは冷陰極管の点灯開始時に1000Vrms程度、定常時に500Vrms程度の高周波電圧を必要とする。すなわち、携帯機器用液晶ディスプレイ・バックライト用圧電トランスとしては低電圧直流電源から作られる低電圧交流から高電圧交流が得られることが必要である。しかし、図8および図9に示した圧電トランスは、入力電極面積が小さいため入力容量が小さく(入力インピーダンスが大き)、そのため低電圧の交流信号を入力した時には入力電極に流入する電流が小さく、出力として高い交流電圧を得ることはできず、このため高圧直流電圧を必要とする場合には、入力交流電圧を昇圧するために巻数比の比較的大きな電磁ト

ランスが必要であるという課題があった。

【0008】図10は、このような課題に対して開発された圧電トランス32の概観図であり、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)などの圧電セラミック材料から成る矩形板の主面に1次側(入力側)および1端面に2次側(出力側)の電極を付けて構成している。そして、同図中に矢印と記号Pで示すように、1次側電極部は矩形板の厚さ方向に分極されており、2次側電極部は矩形板の長さ方向に分極されている。1次側電極に圧電トランスの共振周波数近傍の交流電圧を印加すると、圧電トランスは圧電効果により長さ方向に伸縮する機械的振動を起し、この機械的振動を再び圧電効果により2次側電極部で高圧交流電圧に変換してから高圧電力として取り出すことができる。

【0009】図11は図10に示した圧電トランス32を横から見た側面図であり、振動モードと電極構造の関係を示すための図である。矩形板の主面に1次側(入力側)電極として電極1と電極2、共通電極として電極3が形成されており、1端面に2次側(出力側)電極として電極4が形成されている。そして、電極3を共通電極として電極1と電極2、および電極4にそれぞれ高電圧を印加することにより、それぞれ同図中に矢印で示すように、1次側電極部は矩形板の厚さ方向に分極され、2次側電極部は矩形板の長さ方向に分極する。そして、電極2を共通電極として電極1と電極2に交流電圧を印加すると、同図中で示す変位分布を持つ長さ方向の伸縮振動を起し、電極4から高圧電圧に変換して取り出すことができる。そして、この型の圧電トランスは図11に示した変位分布からもわかるように矩形板の圧電トランスに2分の3波長(1波長を λ で表わす)の伸縮振動を励振しているので $3\lambda/2$ のローゼン型圧電トランスと呼ばれる。

【0010】図10、11に示した圧電トランス32では、図8、9に示した圧電トランス31に比べて入力電極面積が大きいため、入力容量が大きく(入力インピーダンスが小さい)、そのため低電圧の交流信号を入力した時にも入力電極に流入する電流を大きくすることができ、出力としてより高電圧を得ることができる。しかし、1次側電極の2次側部分、つまり電極2の2次側の端で分極による残留応力が大きくなり、圧電トランスの駆動時にこの部分が機械的に破壊する確率が大きくなる。また出力として高電圧が得られるがバックライトを点灯する程の十分な高電圧を得ることはできず、やはり入力交流電圧を昇圧するための電磁トランスが必要であるという課題が依然としてある。

【0011】図12は低電圧駆動という課題に対して発明された別の圧電トランス33の概観図であり、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)などの圧電セラミック材料から成る矩形板の主面に1次側(入力側)および2次側(出力側)の電極を付けて構成している(NEC技報

1994年 vol. 47 No. 10 106~110頁)。同図中に矢印と記号Pで示すように、1次側電極部は矩形板の厚さ方向に分極されており、2次側電極部は矩形板の長さ方向に分極されている。1次側電極に圧電トランスの共振周波数近傍の交流電圧を印加すると、圧電トランスは長さ方向に伸縮する機械的振動を起こし、この機械的振動を圧電効果により2次側電極部で高圧交流電圧に変換してから高圧電力として取り出すことができる。

【0012】図13は図12に示した圧電トランス33を横から見た側面図であり、矩形板の主面に1次側（入力側）電極として電極1と電極2および電極3と電極4が形成されており、端面に2次側（出力側）電極として電極5と電極6が形成されている。そして、電極2と電極4を共通電極として電極1と電極3にそれぞれ反対極性の高電圧を印加することにより、それぞれ同図中に矢印に示すように、1次側電極部は矩形板の厚さ方向に分極され、また電極2と電極4を共通電極として電極5と電極6に高電圧を印加することにより2次側電極部は矩形板の長さ方向に分極される。そして、電極2と電極4を共通電極として電極1と電極3に交流電圧を印加すると、同図中で示す変位分布を持つ長さ方向の伸縮振動を起こし、電極5より高圧電圧に変換して取り出すことができる。そして、この型の圧電トランスは図12に示した変位分布からもわかるように、矩形板の圧電トランスに2分の3波長（1波長を λ で表わす）の伸縮振動を励振しているので $3\lambda/2$ 型ローゼン圧電トランスとも呼ばれる。

【0013】図12、13に示した圧電トランス33では、図8、9に示した圧電トランス31に比べて入力電極面積が大きいので、入力容量が大きく（入力インピーダンスが小さい）、そのため低電圧の交流信号を入力した時にも入力電極に流入する電流を大きくすることができ、出力としてより高電圧を得ることができる。しかし、1次側電極の2次側部分、つまり電極1と電極3の2次側の端で分極による残留応力が大きくなり、圧電トランスの駆動時にこの部分が機械的に破壊する確率が大きくなる。また、高電圧化が可能であるが出力としてバックライトを点灯する程の高電圧を得ることはできず、やはり、入力交流電圧を昇圧する電磁トランスが必要であるという課題が依然としてあった。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】以上に説明した従来の圧電トランスでは、1次側電極部では厚み方向に分極され2次側電極部では長さ方向に分極されているので、1次側電極部と2次側電極部の境界では分極方向が急変し、この境界で分極による残留応力が大きくなり、圧電トランスの駆動時にこの部分が機械的に破壊することが多いという課題がある。また、従来の圧電トランスでは入力電極面積が小さいため入力容量が小さいので入力イ

ンピーダンスが大きくなり、低電圧の交流信号を入力した時には入力電極に流入する電流が小さく、その結果、出力としてバックライトを点灯するに充分な高電圧を得ることはできないという課題もあった。そのため、従来の圧電トランスを使用したインバータ回路（昇圧回路）では、破壊しないように出力を小さくし、高電圧を得るために入力交流電圧を電磁トランスで昇圧してから、圧電トランスに入力していた。

【0015】そして、この課題を解決するために、 $3\lambda/2$ モードのローゼン型圧電トランスにおいて、入力電極面積を大きくして入力容量を大きくし、低電圧の交流信号を入力した時にも入力電極に流入する電流を大きくして、出力としてより高電圧を得る圧電トランスを使用したインバータ回路（昇圧回路）が提案されていた。

【0016】しかし、この構造でも1次側電極と2次側電極の境界部分で分極による残留応力が大きくなり、圧電トランスの駆動時にこの部分が機械的に破壊する確率が大きいという課題がある。また、出力としてバックライトを点灯するに充分な高電圧を得ることはできず、やはり、入力交流電圧を昇圧する電磁トランスが必要であるという課題が依然としてある。

【0017】本発明の目的は、これらの課題を解決するために、 $\lambda/2$ 、 λ 、 $3\lambda/2$ モード等のローゼン型圧電トランスにおいて、電極構造と分極電圧の操作により分極による残留応力を緩和して駆動時の機械的破壊を防止することのできる高信頼性の圧電トランスを提供することにある。また、入力電極面積を大きくして入力容量を大きくし、低電圧の交流信号を入力した時にも入力電極に流入する電流を大きくして、出力としてより高電圧を得る圧電トランスを提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の1つめの実施態様は、圧電材料から成る矩形板に1次側（入力側）電極と2次側（出力側）電極を形成し、1次側電極部は矩形板の厚さ方向に分極し、2次側電極部は前記矩形板の長さ方向に分極し、1次側電極に交流電圧を印加し、矩形板に2分の1波長の長さ方向に伸縮する機械的振動を起こし、2次側電極部から電圧を取り出すローゼン型圧電トランスの主面のほぼ2等分に相当する2つの領域の第1の領域に第1の電極を形成し、第2の領域の一部に第2の電極を形成し、第1の電極部の分極電圧よりも第2の電極部の分極電圧を低くして分極し、第1の電極と第2の電極を1次側（入力側）電極とすることを特徴とし、本発明の2つめの実施態様は、圧電材料から成る矩形板に1次側（入力側）電極と2次側（出力側）電極を形成し、1次側電極部は矩形板の厚さ方向に分極し、2次側電極部は矩形板の長さ方向に分極し、1次側電極に交流電圧を印加し、矩形板に1波長の長さ方向に伸縮する機械的振動を起こし、2次側電極部から電圧を取り出すローゼン型圧電トランスの主

面のほぼ2等分に相当する2つの領域の第1の領域に第1の電極を形成し、第2の領域の一部に第2の電極を形成し、第1の電極部の分極電圧よりも第2の電極部の分極電圧を低くして分極し、第1の電極と第2の電極を1次側（入力側）電極とすることを特徴とし、本発明の3つめの実施態様は、圧電材料から成る矩形板に1次側

（入力側）電極と2次側（出力側）電極を形成し、1次側電極部は矩形板の厚さ方向に分極し、2次側電極部は矩形板の長さ方向に分極し、1次側電極に交流電圧を印加し、矩形板に2分の3波長の長さ方向に伸縮する機械的振動を起こし、2次側電極部から電圧を取り出すローゼン型圧電トランスの主面のほぼ3等分に相当する3つの領域の第1の領域に第1の電極を形成し、第1の領域と隣合う第2の領域に第2の電極を形成し、第2の領域と隣合う第3の領域の一部に第3の電極を形成し、第1の電極部と第2の電極部の分極電圧よりも第3の電極部の分極電圧を低くして分極し、第1の電極と第2の電極と第3の電極を1次側（入力側）電極とすることを特徴とするものである。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面に従って本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0020】（実施の形態1）図1は本発明の実施形態1の1実施例である圧電トランスの概観図であり、図2は図1に示した圧電トランスに励振する振動の変位分布と、振動により発生する電荷分布を示す側面図である。図1、2において、圧電トランス1はチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）などの圧電セラミック材料から成る矩形板であり、その1主面に1次側（入力側）電極として電極1と電極2が形成され、反対面に共通電極として電極3が形成され、その1端面に2次側（出力側）電極として電極4が形成されている。これらの電極は銀、ニッケル、または金等の金属から成り、蒸着、スパッタ、印刷、またはメッキ等の工法で形成される。そして、図1中に矢印とPで示すように、電極3と電極1と電極2から成る1次側電極部は矩形板の厚さ方向に分極されており、電極3と電極4から成る2次側電極部は矩形板の長さ方向に分極されている。そして、電極3を共通にして電極1と電極2に圧電トランス1の共振周波数近傍の交流電圧を印加すると、圧電トランス1は図2に示すような振動変位分布を持つ、長さ方向に伸縮する機械的振動を起こし、この機械的振動を圧電効果により高圧電圧に変換してから、2次側電極である電極4から高圧電力として取り出すことができる。

【0021】ここで、圧電トランス1の分極は、電極3を共通電極として電極1と電極2、および電極4にそれぞれ高電圧を印加することにより、図1、2中に矢印と示すように、電極1と電極2と電極3から成る1次側電極部は矩形板の厚さ方向に分極され、電極4と電極3から成る2次側電極部は矩形板の長さ方向に分極される。

圧電セラミックでは分極を行うと大きな歪みを発生し、分極後は大きな残留応力が圧電セラミック中に残る。駆動により応力が圧電セラミックにかかる、駆動による応力と残留応力とが重畳され、この総応力が圧電セラミック材料の破壊限界応力を越えると圧電セラミックは破壊する。この残留応力は分極する時に印加する電圧の大きさの関数となり、分極電圧が大きいほど残留応力が大きくなる。しかし、分極電圧が小さいと十分な分極ができず残留応力は小さいが、十分な圧電特性が得られない。圧電トランスのように複雑な電極構造を持つ圧電素子では特に残留応力が大きくなり、駆動時に破壊する確率が高くなる。

【0022】ローゼン型圧電トランスでは、1次側電極と2次側電極の境界で分極方向が急変するため分極による残留応力が特に大きくなり、圧電トランスの駆動時にこの境界部分が機械的に破壊する確率が大きくなる。圧電トランス1では、電極1と電極2と電極3から成る1次側電極部は矩形板の厚さ方向に分極され、電極4と電極3から成る2次側電極部は矩形板の長さ方向に分極されるので、電極2の2次側部分（図1、2におけるAで示す部分）で破壊の確率が高くなる。従って、電極1の部分は分極時に高電圧を印加して十分に分極して、電極2の部分は分極電圧を低めに設定して残留応力が小さくなるようにして、圧電トランスの昇圧特性を維持したまま破壊の確率を低下する。

【0023】電極3を共通電極として電極1と電極2に交流電圧を印加すると、図2中に示す変位分布を持つ長さ方向の伸縮振動を起こし、電極4より高圧電圧に変換して取り出すことができる。この実施例の圧電トランス1では電極2の境界部分Aの残留応力が小さいので駆動時に破壊する可能性が小さく信頼性が高い。そして、図2に示した変位分布からもわかるように、矩形板に2分の1波長の伸縮振動を励振しているので $\lambda/2$ モードのローゼン型圧電トランスと呼ばれる。図1に示した $\lambda/2$ モードのローゼン型圧電トランス1では、動作時（振動時）に誘起する電荷分布は図2に示すように全域で同一符号となる。そして、入力電極を図10、11に示した従来の圧電トランスのように主面のほぼ半分形成するよりも、図1、2に示したように圧電トランス1の主面の半分以上に形成する方が、入力容量が大きく（入力インピーダンスが小さく）なり、そのため低電圧の交流信号を入力した場合でも入力電極1、2に流入する電流を大きくすることができ、出力として高い交流電圧を得ることができる。例えば、液晶ディスプレイのバックライトである冷陰極管を点灯するに充分な高電圧を得ることができる。例えば、実験では入力電極である電極2

（および共通電極である電極3）の面積を主面面積の5～40%、特に10～35%にすれば著しい効果が得られた。そして、従来の圧電トランスは入力インピーダンスが大きいので、入力電流を増やそうとすれば入力電圧

を電磁トランスで昇圧する必要があったが、本発明の圧電トランスでは入力インピーダンスが小さいので電磁トランスをなくすことができる。また、強勢に入/2モードの長さ振動を励振することができるので駆動効率を向上することできるという効果もある。

【0024】図3は本発明の実施形態1の別の実施例である圧電トランス2の概観図であり、図1、2の実施例では、出力電極として電極4を圧電トランス1の1端面に形成しているが、図3に示すよう出力電極として電極4を圧電トランス2の主面上の端面に近いところに形成しても、若干の昇圧比の低下はみられるが、図1の実施例と同様に駆動時の破壊確率を低下させることができ、また入力インピーダンスを小さくでき、そのため低電圧の交流信号を入力した場合でも入力電極1、2に流入する電流を大きくすることができ、出力としてバックライトを点灯するに十分な高電圧を得ることができる。そして、入力交流電圧を昇圧するための電磁トランスをなくすことができるという同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0025】(実施の形態2)図4は本発明の実施形態2の1実施例である圧電トランスの概観図であり、図5は図4の圧電トランスの変位分布と電荷分布を示す側面図である。図4、5において、圧電トランス3はチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)などの圧電セラミック材料から成る矩形板であり、その1主面に1次側(入力側)電極として電極1と電極2が形成され、反対面に共通電極として電極3が形成され、その端面に2次側(出力側)電極として電極4が形成されている。これらの電極は銀、ニッケル、金等の金属材料で蒸着、スパッタ、印刷、メッキ等の工法で形成することができる。そして、図4中に矢印とPで示すように、電極1と電極2と電極3で構成される1次側電極部は、矩形板の厚さ方向にそれぞれ逆向きに分極されており、電極4と電極3で構成される2次側電極部は矩形板の長さ方向に分極されている。電極3を共通電極として電極1と電極2に圧電トランス3の共振周波数近傍の交流電圧を印加すると、圧電トランス3は長さ方向に伸縮する機械的振動を起こし、この機械的振動を圧電効果により2次側電極部で高圧交流電圧に変換してから高圧電力として取り出すことができる。

【0026】圧電トランス3の分極は、電極3を共通電極として電極1と電極2に逆方向の高電圧を、また同様に電極3を共通電極として電極4に高電圧を印加することにより、図4、5中に矢印で示すように、それぞれ1次側電極部は矩形板の厚さ方向に分極され、2次側電極部は矩形板の長さ方向に分極される。圧電セラミックでは分極を行うと大きな歪みが発生し、分極後は大きな残留応力が圧電セラミック中に残る。駆動により応力が圧電セラミックにかかると、駆動による応力と残留応力とが重畳され、この総応力が圧電セラミック材料の破壊限

界応力を越えると圧電セラミックは破壊する。この残留応力は分極する時に印加する電圧の大きさの関数となり、分極電圧が大きいほど残留応力が大きくなる。しかし、分極電圧が小さいと十分な分極ができず残留応力は小さいが、圧電体として十分な圧電特性が得られない。そして圧電トランスのように複雑な電極構造では特に残留応力が大きくなり、駆動時に破壊する確率が高くなる。ローゼン型圧電トランスでは、1次側電極部と2次側電極部の境界で分極方向が異なるため分極による残留応力が極めて大きくなり、圧電トランスの駆動時にこの部分が機械的に破壊する確率が大きくなる。圧電トランス3では、電極1と電極2と電極3から成る1次側電極部は矩形板の厚さ方向に分極され、電極4と電極3から成る2次側電極部は矩形板の長さ方向に分極されるので、電極2の2次側境界部分(図4、5で示すA部分)で破壊の確率が高くなる。従って、電極1の部分は分極時に高電圧を印加して十分に分極して、電極2の部分は分極電圧を低めに設定して部分Aにおける残留応力が小さくなるようにすることにより、圧電トランスの特性を維持したまま駆動時の破壊の確率を低下させることができる。

【0027】電極3を共通電極として電極1と電極2に圧電トランス3の共振周波数近傍の交流電圧を印加すると、図2中に示す変位分布を持つ長さ方向の伸縮振動を起こし、電極4より高圧電圧に変換して取り出すことができる。そして、この実施例の圧電トランス3は図5示した変位分布からもわかるように、矩形板に1波長の伸縮振動を励振しているのでλモードのローゼン型圧電トランスである。図4、5に示したλモードのローゼン型圧電トランス3では、動作時(振動時)に振動により誘起する電荷分布は図5に示すように圧電トランス3のほぼ中央の位置で符号が反転するので、入力電極を図12、13に示した従来の圧電トランスのように主面のほぼ半分に形成するよりも、図4、5に示したように圧電トランス3の誘起電荷の極性が同じである主面のほぼ半分に電極1を形成し、誘起電荷の極性が反対である主面のほぼ別の半分の一部に電極2を形成し、駆動時には電極1と電極2を短絡して交流電圧を印加する方が、入力容量が大きく(入力インピーダンスが小さく)なり、そのため低電圧の交流信号を入力した場合でも入力電極1、2、に流入する電流を大きくすることができ、出力としてバックライトを点灯するに十分な高い交流電圧を得ることができる。例えば、実験では電極2の面積を圧電トランス3の主表面積の10~40%程度にすると著しい効果を確認することができた。そして、従来の圧電トランスは入力インピーダンスが大きいので、入力電流を増やそうとすれば入力電圧を電磁トランスで昇圧する必要があったが、本発明の圧電トランスでは入力インピーダンスが小さいので入力交流電圧を昇圧するための電磁トランスをなくすことができる。また、λモードの振

動が励振しやすくなるので駆動効率も向上する事ができるという効果もある。

【0028】なお、上記の実施例では、出力電極として電極4を端面に形成しているが、主面上の端面に近いところに形成しても、若干の昇圧比の低下はみられるが、入力インピーダンスを小さくでき、そのため低電圧の交流信号を入力した場合でも入力電極1、2に流入する電流を大きくすることができ、例えば出力としてバックライトを点灯するに十分な高電圧を得ることができる。そして、入力交流電圧を昇圧するための電磁トランスをなくすことができるという同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0029】また、図4、5に示したように圧電トランス3の誘起電荷の同極性である主面のほぼ半分であるに電極1を形成し、誘起電荷の反対極性である主面のほぼ半分の一部に電極2を形成し、電極1と電極2の部分を同一方向に分極し、駆動時には電極1と電極2にそれぞれ反対符号の交流電圧を印加しても同様の動作を行なうことができる。そして、駆動時の破壊の確率を低下させ、入力容量が大きく（入力インピーダンスが小さく）なり、そのため低電圧の交流信号を入力した場合でも入力電極1、2、に流入する電流を大きくすることができ、出力としてバックライトを点灯するに十分な高電圧を得ることができる。そして、入力交流電圧を昇圧するための電磁トランスをなくすことができるという同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0030】（実施の形態3）図6は本発明の実施形態3の1実施例である圧電トランスの概観図であり、図7は図6に示した圧電トランスの変位分布と電荷分布を示す側面図である。図6、7において、圧電トランス4はチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）などの圧電セラミック材料から成る矩形板であり、その1主面に1次側（入力側）電極として電極1と電極2と電極3が、反対面にこれらの電極に対応して共通電極として電極4が形成され、その1端面に2次側（出力側）電極として電極5が形成されている。これらの電極は銀、ニッケル等の金属を蒸着、スパッタ、印刷、メッキ等の工法で形成することができる。そして、図6中に矢印とPで示すように、1次側電極である電極部1と電極部2と電極部3は、それぞれ隣合う部分が矩形板の厚さ方向に逆向きに分極されており、2次側電極部は矩形板の長さ方向に分極されている。電極4を共通電極として電極1と電極2と電極3に圧電トランス4の共振周波数近傍の交流電圧を印加すると、圧電トランス4は長さ方向に伸縮する機械的振動を起こし、この機械的振動を圧電効果により2次側電極部で高圧交流電圧に変換してから高圧電力として取り出すことができる。

【0031】圧電トランス4の分極は、電極4を共通電極として電極1と電極2と電極3にそれぞれ隣合う部分が逆方向の高圧直流電圧を、そして同様に電極4を共通

電極として電極5に高圧直流電圧を印加することにより、図6および7中に矢印で示すように、それぞれ電極4と電極1と電極2と電極3から構成される1次側電極部は矩形板の厚さ方向に分極され、電極4と電極5から構成される2次側電極部は矩形板の長さ方向に分極される。圧電セラミックでは分極を行うと大きな歪みが発生し、分極後は大きな残留応力が圧電セラミック中に残る。駆動により応力が圧電セラミックにかかる、駆動による応力と残留応力とが重畳され、この総応力が圧電セラミック材料の破壊限界応力を越えると圧電セラミックは破壊する。この残留応力は分極する時に印加する電圧の大きさの関数となり、分極電圧が大きいほど残留応力が大きくなる。しかし、分極電圧が小さいと十分な分極ができず残留応力は小さいが、圧電体として十分な圧電特性が得られない。そして圧電トランスのように複雑な電極構造では特に残留応力が大きくなり、駆動時に破壊する確率が高くなる。ローゼン型圧電トランスでは、1次側電極と2次側電極部分の境界で分極方向が異なるため分極による残留応力が極めて大きくなり、圧電トランスの駆動時にこの部分が機械的に破壊する確率が大きくなる。圧電トランス3では、電極1と電極2と電極3と電極4から成る1次側電極部は矩形板の厚さ方向に分極され、電極4と電極5から成る2次側電極部は矩形板の長さ方向に分極されるので、電極3の2次側部分（図6、7に示すA部分）で破壊の確率が高くなる。従って、電極1と電極2の部分は分極時に高電圧を印加して十分に分極して、電極3の部分は分極電圧を低めに設定して部分Aにおける残留応力が小さくなるようにすることにより、特性を維持したまま駆動時の破壊の確率を低下させることができる。

【0032】電極4を共通電極として電極1と電極2と電極3に圧電トランス4の共振周波数近傍の交流電圧を印加すると、圧電トランス4に図7中に示す変位分布を持つ長さ方向の伸縮振動が励振され、圧電効果により高圧交流電圧に変換され電極5より取り出すことができる。そして、この実施例の圧電トランス4は図7に示した変位分布からもわかるように、矩形板に2分の3波長の伸縮振動を励振しているので $3\lambda/2$ モードのローゼン型圧電トランスである。図6、7に示した $3\lambda/2$ モードの圧電トランス4では、駆動時の破壊の確率を低下させて信頼性を向上することができる。また、動作時（振動時）に振動により誘起する電荷分布は、図7に示すように圧電トランス4の長さ方向のほぼ $1/3$ の位置で符号が反転するので、入力電極を図12および13に示した従来の圧電トランスのように主面のほぼ $2/3$ の領域に形成するよりも、図6、7に示したように圧電トランス3の誘起電荷の同極性である主面のほぼ $1/3$ である領域に電極1を形成し、誘起電荷の反対極性である主面のほぼ $1/3$ の領域に電極2を形成し、誘起電荷の同極性である主面のほぼ $1/3$ である領域の一部

に電極3を形成し、駆動時には電極1と電極2と電極3を短絡して交流電圧を印加する方が、入力容量が大きくなり、そのため低電圧の交流信号を入力した場合でも入力電極1と電極2と電極3に流入する電流を大きくすることができ、例えば出力としてバックライトを点灯するに充分な高電圧を得ることができる。実際に実験した結果では電極3を圧電トランス4の主面面積の5~20%に設定すれば著しい効果を確認することができた。そして、入力容量が大きくなり、入力インピーダンスが小さいので、入力交流電圧を昇圧するための電磁トランスをなくすことができる。また、3λ/2モードの振動が強勢に励振できるので駆動効率も向上する事ができるという効果もある。

【0033】なお、上記の実施例では、出力電極として電極5を端面に形成しているが、主面上の端面に近いところに形成しても、若干の昇圧比の低下はみられるが、入力インピーダンスを小さくでき、そのため低電圧の交流信号を入力した場合でも入力電極（電極1と電極2と電極3）に流入する電流を大きくすることができ、例えば出力としてバックライトを点灯するに充分な高電圧を得ることができる。そして、入力交流電圧を昇圧するための電磁トランスをなくすことができるという同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0034】また、図6、7に示したように圧電トランス4の主面のほぼ1/3である第1の領域に電極1を形成し、誘起電荷が反対極性である主面のほぼ1/3の第2の領域に電極2を形成し、誘起電荷の同極性である主面のほぼ1/3である第3の領域の一部に電極3を形成し、3つの電極部1と電極部2と電極部3を同一極性に分極して、駆動時には電極1と電極2にそれぞれ反対符号の交流電圧を、電極3には電極1と同符号の交流電圧を印加しても、入力容量が大きくなり（入力インピーダンスが小さく）なり、そのため低電圧の交流信号を入力した場合でも入力電極に流入する電流を大きくすることができ、例えば出力としてバックライトを点灯するに充分な高電圧を得ることができる。そして、入力交流電圧を昇圧するための電磁トランスをなくすことができるという同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0035】

【発明の効果】以上のように本発明の第1の発明によれば、λ/2モードのローゼン型圧電トランスにおいて、駆動時の破壊の確率を低下させることにより信頼性を高くすることができる。また、入力電極面積を大きくして、入力容量が大きくなり（入力インピーダンスが小さく）することにより、そのため低電圧の交流信号を入力した場合でも入力電極に流入する電流を大きくすることができ、出力として高電圧を得ることができるとともに駆動効率を向上することができる。そして、本発明の圧電トランスを使用した交流電圧昇圧回路において、入力交流電圧を昇圧するための電磁トランスをなくすことができ

るという効果のある圧電トランスを提供することができる。

【0036】また本発明の第2の発明によれば、λモードのローゼン型圧電トランスにおいて、駆動時の破壊の確率を低下させることにより信頼性を高くすることができる。また、入力電極面積を大きくして、入力容量が大きくなり（入力インピーダンスが小さく）することにより、そのため低電圧の交流信号を入力した場合でも入力電極に流入する電流を大きくすることができ、出力として高電圧を得ることができるとともに駆動効率を向上することができる。そして、本発明の圧電トランスを使用した交流電圧昇圧回路において、入力交流電圧を昇圧するための電磁トランスをなくすことができるという効果のある圧電トランスを提供することができる。

【0037】本発明の第3の発明によれば、3λ/2モードのローゼン型圧電トランスにおいて、駆動時の破壊の確率を低下させることにより信頼性を高くすることができる。また、入力電極面積を大きくして、入力容量が大きくなり（入力インピーダンスが小さく）することにより、そのため低電圧の交流信号を入力した場合でも入力電極に流入する電流を大きくすることができ、出力として高電圧を得ることができるとともに駆動効率を向上することができる。そして、本発明の圧電トランスを使用した交流電圧昇圧回路において、入力交流電圧を昇圧するための電磁トランスをなくすことができるという効果のある圧電トランスを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態によるλ/2モードのローゼン型圧電トランスの概観図

【図2】本発明の一実施の形態によるλ/2モードのローゼン型圧電トランスの側面と変位分布と電荷分布図

【図3】本発明の他の実施の形態によるλ/2モードのローゼン型圧電トランスの概観図

【図4】本発明の一実施の形態によるλモードのローゼン型圧電トランスの概観図

【図5】本発明の一実施の形態によるλモードのローゼン型圧電トランスの側面と変位分布と電荷分布図

【図6】本発明の一実施の形態による3λ/2モードのローゼン型圧電トランスの概観図

【図7】本発明の一実施の形態による3λ/2モードのローゼン型圧電トランスの側面と変位分布と電荷分布図

【図8】従来のλ/2モードのローゼン型圧電トランスの概観図

【図9】従来のλ/2モードのローゼン型圧電トランスの側面と変位分布と電荷分布図

【図10】従来の3λ/2モードのローゼン型圧電トランスの概観図

【図11】従来の3λ/2モードのローゼン型圧電トランスの側面と変位分布と電荷分布図

【図12】従来の3λ/2モードのローゼン型圧電ト

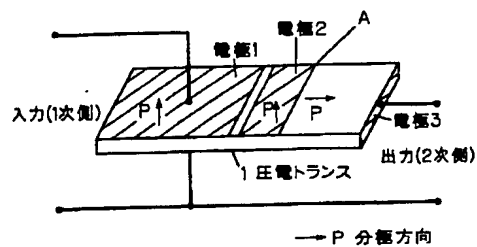
ンスの概観図

【図13】従来の3λ/2モードのローゼン型圧電トランスの側面と変位分布と電荷分布図

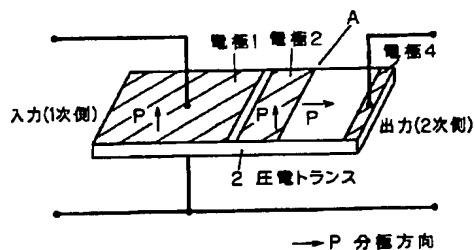
【符号の説明】

- 1 圧電トランス
- 2 圧電トランス
- 3 圧電トランス
- 4 圧電トランス

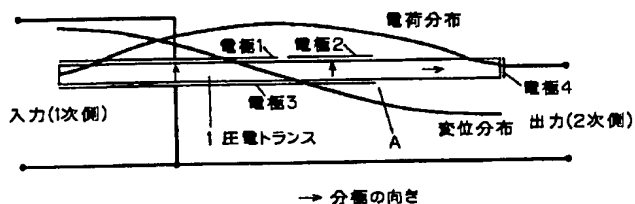
【図1】



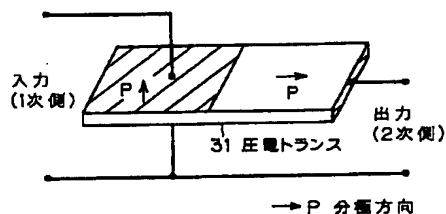
【図3】



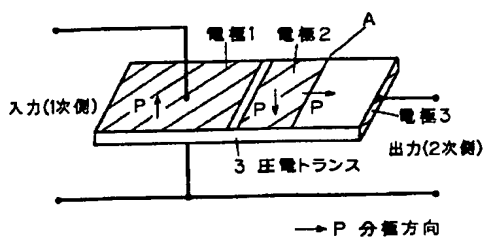
【図2】



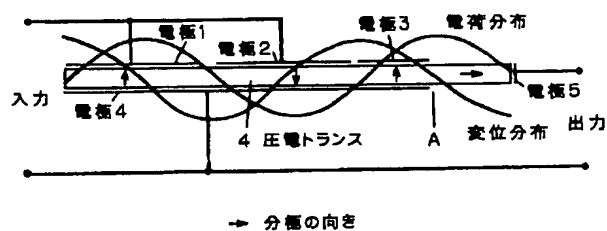
【図8】



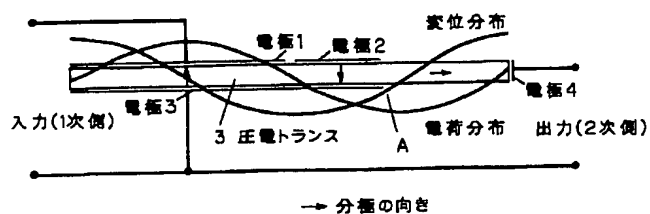
【図4】



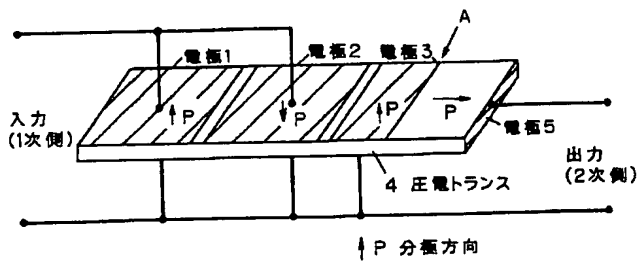
【図7】



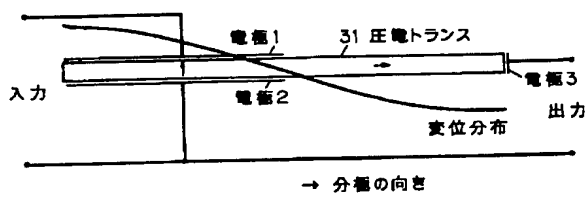
【図5】



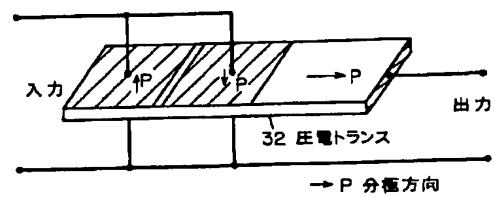
【図6】



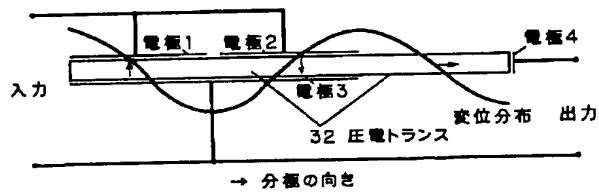
【図9】



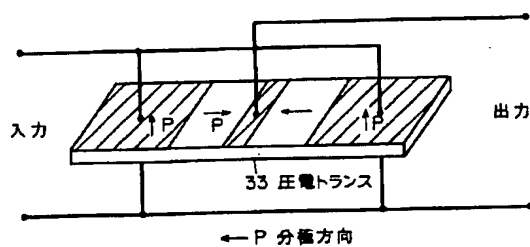
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

